

III

Zad. 1. Pocisk o masie $m=10\text{kg}$ zostaje wystrzelony z prędkością wylotową o wartości $V_p=60\text{m/s}$ pod kątem $\alpha = 60^\circ$ do poziomu ze spoczywającej armaty o masie $M=3000\text{ kg}$ stojącej na twardym podłożu. Zakładając brak tarcia armaty o podłoże obliczyć szybkość (wartość prędkości) odrzutu armaty.

Zad. 2. Działo o masie $M=10\text{ ton}$ uzbrojone w pocisk o pewnej nieznannej masie porusza się z szybkością $V=2\text{m/s}$ po poziomym podłożu. Zakładając brak tarcia działa o podłoże określić jaką powinna być masa wystrzelonego w kierunku ruchu pocisku, żeby działo zatrzymało się po strzale. Szybkość wylotowa pocisku mierzona w układzie nieruchomym wynosi $V_p=10\text{m/s}$.

Odp. $m_p = \frac{V}{V_p - V} M = 2,5\text{tony}$

Zad. 3. Dwie platformy o masie M każda poruszają po równoległych torach z prędkościami o wartościach V i $\frac{3}{2}V$ w przeciwnych kierunkach. Na wolniejszej platformie stoi człowiek o masie m . W pewnej chwili przeskakuje on na szybszą platformę w taki sposób, że szybkość wolniejszej platformy spada do $\frac{1}{2}V$, przy czym platforma ta porusza się nadal w tym samym kierunku. Jaka

będzie szybkość szybszej platformy po wylądowaniu człowieka? **Odp.** $V_{2k} = \frac{|M - m|}{M + m} V$

Zad. 4. Człowiek o masie $m_1=60\text{kg}$ biegnący z szybkością $V_1=8\text{km/h}$ dogania wózek o masie $m_2=90\text{ kg}$, który jedzie z szybkością $V_2=4\text{km/h}$ i wskakuje na ten wózek

- Z jaką szybkością będzie poruszał się dalej wózek z człowiekiem?
- Jak byłaby szybkość wózka z człowiekiem, gdyby człowiek nie biegł w tym samym kierunku co wózek, tylko w kierunku przeciwnym?

W którym przypadku ulega zmianie zwrot prędkości wózka?

Zad. 5. Granat lecący w pewnej chwili z szybkością V rozerwał się na dwa odłamki. Większy odłamek, którego masa stanowiła 0,6 masy całego granatu kontynuował lot z szybkością $V_1 < V$ w kierunku prostopadłym do kierunku ruchu granatu przed rozerwaniem. Znaleźć kierunek i szybkość mniejszego odłamka.

Zad. 6. Dwie kule zderzają się, po czym poruszają się wzdłuż jednej prostej. Jedna z kul przed zderzeniem była w spoczynku, a druga poruszała się z prędkością \vec{V}_0 . Kula spoczywająca ma

- masę dwukrotnie większą od kuli poruszającej się
- masę równą połowie masy kuli poruszającej się.

Wyznaczyć:

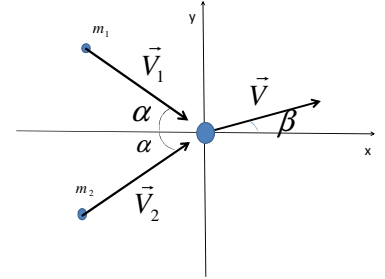
- prędkości obu kul po zderzeniu sprężystym oraz stosunek energii kinetycznej pierwszej kuli po takim zderzeniu do energii tej samej kuli przed takim zderzeniem. Czy zwrot prędkości pierwszej kuli uległ w trakcie zderzenia zmianie?
- prędkość połączonych kul po zderzeniu doskonale niesprężystym w trakcie którego kule łączą się ze sobą oraz stosunek całkowitej energii kinetycznej kul po zderzeniu doskonale niesprężystym do energii kinetycznej kul przed zderzeniem.

Odp. a1) $\vec{V}_{1k} = -\frac{1}{3}\vec{V}_0$, $\vec{V}_{2k} = \frac{2}{3}\vec{V}_0$, $\frac{E_{1,konc}}{E_{1,pocz}} = \frac{1}{9}$ b1) $\vec{V}_k = \frac{1}{3}\vec{V}_0$, $\frac{E_{konc}}{E_{pocz}} = \frac{1}{3}$

a2) $\vec{V}_{1k} = \frac{1}{3}\vec{V}_0$, $\vec{V}_{2k} = \frac{4}{3}\vec{V}_0$, $\frac{E_{1,konc}}{E_{1,pocz}} = \frac{1}{9}$ b2) $\vec{V}_k = \frac{2}{3}\vec{V}_0$, $\frac{E_{konc}}{E_{pocz}} = \frac{2}{3}$

Zad. 7. Kula o masie m_1 i szybkości V_1 zderza się sprężysto niecentralnie z inną kulą znajdującą się w spoczynku o masie $m_2 = 3m_1$. Po zderzeniu kula o masie m_2 porusza się pod kątem $\phi < \frac{\pi}{2}$ względem pierwotnego kierunku ruchu kuli o masie m_1 . Znaleźć szybkości V_{1k} oraz V_{2k} obu kul po zderzeniu. **Odp.** $V_{1k} = \frac{V_1}{2} \sqrt{4 - 3 \cos^2 \phi}$, $V_{2k} = \frac{V_1}{2} \cos \phi$

Zad. 8. Dwie plastelinowe kulki o masach m_1 i m_2 poruszają się z szybkościami V_1 i V_2 w kierunkach nachylonych pod kątem α do osi Ox układu współrzędnych. Kulki zderzają się w początku układu współrzędnych i zlepiają. Pod jakim kątem do osi Ox i z jaką szybkością będą poruszały się kulki po zderzeniu?



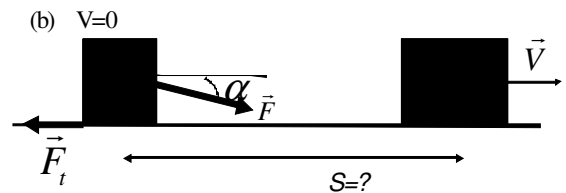
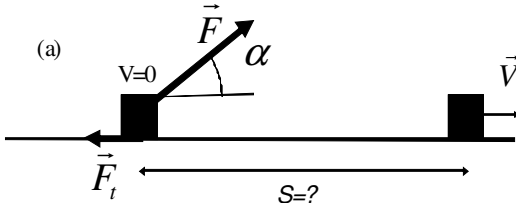
Odp. $V = \frac{\sqrt{m_1^2 V_1^2 + m_2^2 V_2^2 + 2m_1 m_2 V_1 V_2 \cos(2\alpha)}}{m_1 + m_2}$ $\text{tg} \beta = \frac{m_2 V_2 - m_1 V_1}{m_1 V_1 + m_2 V_2} \text{tg} \alpha$

Zad. 9. Chłopiec ciągnie ze stałą prędkością sanki o masie m po poziomej powierzchni na drodze o długości d . Jaką pracę wykona on przy ciągnięciu, jeżeli współczynnik tarcia wynosi μ , a sznurek tworzy kąt α z poziomem? Wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa g .

Odp. $W = \frac{mg\mu d \cos \alpha}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$

Zad. 10 Ciało o masie m wiszące na linie zostało spuszczone z wysokości d pionowo w dół poruszając się ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem o wartości $a = g/4$ (g -wartość przyspieszenia ziemskiego). Jaką pracę wykonała siła naciągu linii? **Odp.** $W = -3mgd/4$

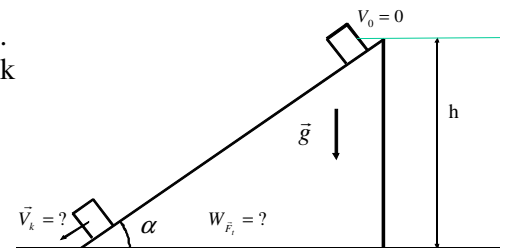
Zad. 11. Ciało o masie m pozostające początkowo w spoczynku rozpędzono do szybkości V działając na ciało stałą siłą o wartości F tworzącą kąt α z powierzchnią po której porusza się ciało. Na ciało działała siła tarcia, przy czym współczynnik tarcia o podłoże jest równy μ . Jaką drogę przebyło ciało i jaką pracę wykonały siła \vec{F} oraz siła tarcia? Rozpatrzyć przypadki pokazane na rysunkach (a) oraz (b). Wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa g .



Zad 12. Ciało zsuwa się swobodnie (bez prędkości początkowej) z wierzchołka nieruchomej równi pochyłej. Wiadomo iż wysokość równi jest równa h , a kąt nachylenia równi do poziomu wynosi α . Znana jest wartość przyspieszenia ziemskiego g oraz współczynnik tarcia ciała o równię μ .

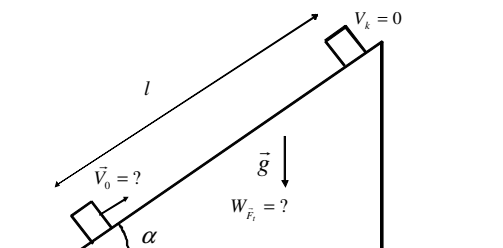
Wyznaczyć:

- 1) pracę siły tarcia podczas zsuwania się ciała z równi
- 2) szybkość ciała na końcu równi.



Zad. 13. Jaką minimalną szybkość początkową V_0 należy nadać ciału o masie m , aby wzniosło się na szczyt równi pochyłej o kącie nachylenia α i długości l , jeśli współczynnik tarcia wynosi μ ? Jaką pracę wykonała podczas ruchu siła tarcia? Wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa g .

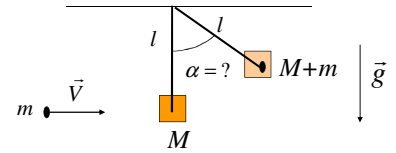
Odp. $V_0 = \sqrt{2gl(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$ $W_t = -l\mu mg \cos \alpha$



Zad. 14. Sanki ześlizgują się z pagórka, którego zbocze ma długość l i jest nachylone pod kątem α do poziomu. Jaką odległość przebędą sanki na odcinku poziomym po zjechaniu ze zbocza, jeżeli na całej drodze współczynnik tarcia wynosi μ ? **Odp.** $d = l \left(\frac{\sin \alpha}{\mu} - \cos \alpha \right)$

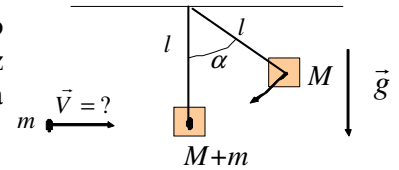
Zad. 15. Na nieważkiej nici o długości l wisi drewniany klocek o masie M . O jaki kąt odchyli się maksymalnie nić od pionu, jeżeli klocek zostanie trafiony poziomo wystrzelonym pociskiem karabinowym o masie m i szybkości V ,

który po zderzeniu ugrzązł w klocek? **Odp.** $\cos \alpha = 1 - \frac{m^2 V^2}{2gl(m+M)^2}$



Zad. 16. Klocek o masie M został zawieszony na nieważkiej i nierozciągliwej nici o długości l . Nić z klokiem odchyłono od pionu o kąt α i puszczono swobodnie. W chwili, gdy nić była równoległa do pionu w klocek trafił lecący poziomo pocisk o masie m , w wyniku czego klocek się zatrzymał, a pocisk utkwiał w nim. Znaleźć szybkość pocisku tuż przed jego uderzeniem w klocek. Znana jest wartość przyspieszenia ziemskiego g .

Odp. $V = \frac{M}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)}$



Zad. 17. Ciało o masie M spada swobodnie (bez prędkości początkowej) z wysokości H nad powierzchnią Ziemi. Na wysokości $\frac{H}{2}$ nad powierzchnią Ziemi zostaje trafione poziomo lecącym pociskiem, który wbija się w nie niesprężysto. Masa pocisku wynosi m , a jego szybkość wynosi V_p . Obliczyć szybkość układu (ciała z pociskiem) w momencie upadku na Ziemię. Wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa g .

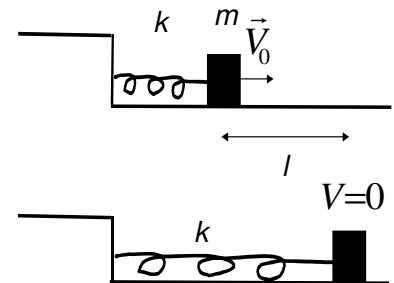
Odp. $v = \sqrt{\left(\frac{m}{m+M} \right)^2 V_p^2 + \left(\frac{M}{M+m} \right)^2 gH + gH}$

Zad. 18. Klocek o masie m ma w chwili początkowej prędkość o wartości V_0 skierowaną w prawo i zajmuje takie położenie, iż sprężyna o współczynniku sprężystości k nie wywiera na niego żadnej siły tzn. nie jest ani rozciągnięta, ani ściśnięta. Klocek ten przesuwa się w prawo na pewną odległość i zatrzymuje się. Określić odległość l , na jaką przesunie się klocek. Zadanie rozwiązać

- przy zaniedbaniu siły tarcia klocka o stół
- uwzględniając wpływ siły tarcia na ruch klocka przy czym współczynnik tarcia między klockiem a stołem jest równy μ .

Współczynnik sprężystości sprężyny wynosi k , wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa g .

Odp. (do punktu b) $l = \frac{\sqrt{\mu^2 m^2 g^2 + V_0^2 km} - \mu mg}{k}$



Zad. 19. Z jaką minimalną szybkością należy wyrzucić ciało pionowo do góry, aby wzniosło się na wysokość R nad powierzchnię Ziemi równą promieniowi Ziemi? Znany jest promień Ziemi R oraz wartość przyspieszenia ziemskiego g . **Odp.** $V = \sqrt{gR}$

Zad. 20. Obliczyć o ile wzrasta energia całkowita pocisku znajdującego się początkowo w spoczynku na powierzchni Ziemi po umieszczeniu go na kołowej orbicie okołoziemskiej o promieniu

- $3R$
- $2R$

gdzie R oznacza promień Ziemi. Masa pocisku wynosi m . Oprócz wartości R i m znana jest ponadto wartość przyspieszenia ziemskiego na powierzchni Ziemi g . Za energię całkowitą przyjmując sumę energii kinetycznej i potencjalnej pocisku. **Odp. (do punktu a)** $\Delta E = \frac{5}{6} mgR$

Odp. (do punktu b) $\Delta E = \frac{5}{6} mgR$

Wsk. Na orbicie okołoziemskiej pocisk porusza się po okręgu o promieniu R pod wpływem siły grawitacyjnej pełniącej rolę siły dośrodkowej wywieranej na niego przez Ziemię.